

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08101381 A**

(43) Date of publication of application: **16.04.96**

(51) Int. Cl

**G02F 1/1335**

**G02B 5/30**

(21) Application number: **06237407**

(71) Applicant: **FUJI PHOTO FILM CO LTD**

(22) Date of filing: **30.09.94**

(72) Inventor: **MORI HIROYUKI**

**(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To improve the display contrast and visual angle characteristics of the display color without decreasing the front view contrast by controlling the spectrum dispersion of refractive index anisotropy of an optical anisotropic element to be smaller than the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of a TN liquid crystal.

**CONSTITUTION:** This liquid crystal element consists of a liquid crystal cell having a TN liquid crystal with 90° tilt angle held between electrode substrates, two polarizing elements disposed on both sides of the liquid crystal cell, and an optical anisotropic element between the liquid crystal cell and the polarizing element. The spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the optical anisotropic element is controlled to be smaller than the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the TN liquid crystal. Namely, by arranging the optical anisotropic element between the polarizing plate and the liquid crystal cell, this optical anisotropic element acts like

a double refractive material which increases deviation of light with increase of the incident angle of the light to the optical axis. By this method, decrease in the contrast for oblique incident light is prevented and the visual angle characteristics are improved as well as the front view contrast is improved.

**COPYRIGHT:** (C)1996,JPO

Japanese Laid-Open Patent Publication No. 8-101381/1996  
(Tokukaihei 8-101381) (Published on April 16, 1996)

(A) Relevance to claim

The following is a translation of passages related to claims 1 and 15 of the present invention.

(B) Translation of the relevant passages.

[CONSTITUTION] A liquid crystal display element..., being characterized in that the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the optical anisotropic element is smaller than the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the TN-type liquid crystal.

[CLAIM 1] A liquid crystal display element, comprising:

a liquid crystal cell formed by sandwiching TN-type liquid crystal of a twist angle of nearly 90° between two electrode substrates;

two polarization elements disposed so as to flank the liquid crystal cell; and

at least one optical anisotropic element disposed

between the liquid crystal cell and the polarization elements,

the liquid crystal display element being characterized in that the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the optical anisotropic element is smaller than the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the TN-type liquid crystal.

[CLAIM 4] The liquid crystal display element as set forth in claim 3, being characterized in that

the optical anisotropic element is composed of at least two layers having mutually different optical properties,

at least one of the layers has optically negative uniaxiality and an optic axis normal to the film, and

the at least other layer has optically negative uniaxiality and an optic axis angling from the normal to the film by  $5^{\circ}$  to  $85^{\circ}$ .

[0026] We have found that compensation is effected with respect to all the rays of light in the visible region of spectrum by rendering the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the optical anisotropic

element smaller than the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of TN-type liquid crystal. Such compensation effected with respect to all the rays of light in the visible region of spectrum has greatly reduced variations in color with viewing-angles. In the present invention, the spectrum dispersion,  $\alpha_{LC}$ , of the refractive index anisotropy of liquid crystal is defined as the ratio of retardations of a ray of light having the wavelength of 450 nm and a ray of light having the wavelength of 550 nm, i.e.  $Re(\lambda=450\text{ nm}) / Re(\lambda=550\text{ nm})$ , while the spectrum dispersion,  $\alpha_{RF}$ , of the refractive index anisotropy of optical anisotropic element is defined as  $Re(\lambda=450\text{ nm}) / Re(\lambda=550\text{ nm})$ . In the present invention, the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of the optical anisotropic element being smaller than the spectrum dispersion of the refractive index anisotropy of TN-type liquid crystal means  $\alpha_{RF} < \alpha_{LC}$ .

[0032] As a condition to greatly improve the viewing-angle characteristic, the optic axis of the optical anisotropic body, in accordance with the present invention, having negative uniaxiality and an angling optic axis angles from the normal direction of the sheet

surface preferably by  $5^\circ$  to  $85^\circ$ , more preferably by  $10^\circ$  to  $40^\circ$ , and most preferably by  $20^\circ$  to  $35^\circ$ . Moreover, a condition is preferably met that  $50 \leq \Delta n \cdot D \leq 400$  (nm), where  $D$  is the thickness of the sheet and  $\Delta n$  is defined as  $\Delta n = n_2 - n_1$ .

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-101381

(43) 公開日 平成8年(1996)4月16日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 1 0			
G 0 2 B 5/30				

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-237407

(22) 出願日 平成6年(1994)9月30日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社  
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 森 裕行

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真  
フイルム株式会社内

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【目的】 視角特性が大幅に改善された T N 型液晶表示素子を提供する。

【構成】 2 枚の電極基板間にねじれ角がほぼ  $90^\circ$  の T N 型液晶を挟持してなる液晶セルと、その両側に配置された 2 枚の偏光素子と、該液晶セルと該偏光素子の間に少なくとも 1 枚の光学異方素子を配置した液晶表示素子において、該光学異方素子の屈折率異方性の波長分散が、該 T N 型液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さいことを特徴とする液晶表示素子。

#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2枚の電極基板間にねじれ角がほぼ90°のTN型液晶を挟持してなる液晶セルと、その両側に配置された2枚の偏光素子と、該液晶セルと該偏光素子の間に少なくとも1枚の光学異方素子を配置した液晶表示素子において、該光学異方素子の屈折率異方性の波長分散が、該TN型液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さいことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 該光学異方素子の屈折率異方性が可視域において変化しない、または、短波長側で小さく長波長側で大きいことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項3】 該光学異方素子のうち少なくとも1枚はレターデーション値がゼロとなる方向が存在せず、レターデーション値の絶対値が最小となる方向がフィルム法線方向にも面方向にもないことを特徴とする請求項2記載の液晶表示素子。

【請求項4】 該光学異方素子が光学特性の異なる少なくとも2つの層から成り、少なくとも1つの層が光学的に負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向であり、他の少なくとも1つの層が光学的に負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向から5°～85°傾斜していることを特徴とする請求項3記載の液晶表示素子。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表示コントラスト、表示色及び中間階調の視角特性が改良された液晶表示素子に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】日本語ワードプロセッサやデスクトップパソコン等のOA機器の表示装置の主流であるCRTは、薄型軽量、低消費電力という大きな利点をもった液晶表示素子に変換されてきている。現在普及している液晶表示素子（以下LCDと称す）の多くは、ねじれネマティック液晶を用いている。このような液晶を用いた表示方式としては、複屈折モードと旋光モードとの2つの方式に大別できる。

【0003】複屈折モードを用いたLCDは、液晶分子配列のねじれ角90°以上ねじれたもので、急峻な電気光学特性をもつ為、能動素子（薄膜トランジスタやダイオード）が無くても単純なマトリクス状の電極構造でも時分割駆動により大容量の表示が得られる。しかし、応答速度が遅く（数百ミリ秒）、諧調表示が困難という欠点を持ち、能動素子を用いた液晶表示素子（TFT-LCDやMIM-LCDなど）の表示性能を越えるまでにはいたらない。

【0004】TFT-LCDやMIM-LCDには、液晶分子の配列状態が90°ねじれた旋光モードの表示方式（TN型液晶表示素子）が用いられている。この表示

方式は、応答速度が速く（数十ミリ秒）、容易に白黒表示が得られ、高い表示コントラストを示すことから他の方式のLCDと比較して最も有力な方式である。しかし、ねじれネマティック液晶を用いている為に、表示方式の原理上、見る方向によって表示色や表示コントラストが変化するという視角特性上の問題があり、CRTの表示性能を越えるまでにはいたらない。

【0005】SID'92 Digest p. 798などに見られるように、画素を分割し、それぞれ電圧印加時のチルト方向を逆向きにして、視角特性を補償する方法が提案されている。この方法によると、上下方向の階調反転に関する視角特性は改善されるが、コントラストの視角特性はほとんど改善されない。

【0006】特開平4-229828号、特開平4-258923号公報などに見られるように、一対の偏光板とTN液晶セルの間に、位相差フィルムを配置することによって視野角を拡大しようとする方法が提案されている。

【0007】上記特許公報で提案された位相差フィルムは、液晶セルの表面に対して、垂直な方向に位相差がほぼゼロのものであり、真正面からはなんら光学的な作用を及ぼさず、傾けたときに位相差が発現し、液晶セルで発現する位相差を補償しようというものである。しかし、これらの方法によってもLCDの視野角はまだ不十分であり、更なる改良が望まれている。

【0008】また、特開平4-366808号、特開平4-366809号公報では、光学軸が傾いたカイラルネマチック液晶を含む液晶セルを位相差フィルムとして用いて視野角を改良しているが、2層液晶方式となりコストが高く、非常に重たいものとなっている。さらに特開平4-113301号、特開平5-80323号、特開平5-157913号公報に、液晶セルに対して、高分子鎖、光軸または光学弾性軸が傾斜している位相差フィルムを用いている方法が提案されているが、一軸性のポリカーボネートを斜めにスライスして用いる等、大面積の位相差フィルムを低コストでは得難いという問題点があった。またSTN-LCDについての視野角改善については言及しているもののTN-LCDの視野角改善について何等具体的効果が示されていない。

【0009】また、特開平5-215921号公報においては一対の配向処理された基盤に硬化時に液晶性を示す棒状化合物を挟持した形態の複屈折板によりLCDの光学補償をする案が提示されているが、この案では従来から提案されているいわゆるダブルセル型の補償板と何ら変わることがなく、大変なコストアップになり事実上大量生産には向かない。さらにTN型LCDの全方位視野角改善についてはその効果が示されていない。

【0010】また、特開平3-9326号、及び特開平3-291601号公報においては配向膜が設置されたフィルム状基盤に高分子液晶を塗布することによりLC

D用の光学補償板とする案が記載されているが、この方法では分子を斜めに配向させることは不可能であるため、やはりTN型LCDの全方位視野角改善は望めない。

【0011】更に、EP0576304A1には、一対の偏光板と液晶セルとの間に、光学軸がフィルム面に対し垂直でもなく、平行でもない光学異方素子を配置することによって、視野角を拡大しようとする方法が提案されている。この方法は、上記の液晶セルの表面に対して垂直な方向に位相差がほぼゼロの位相差フィルムを配置する方法よりは、視野角特性が改善されるものの、それでもまだ不十分である。特に、車載用や、CRTの代替として考えた場合には、現状の視野角では全く対応できないのが実状である。

【0012】液晶分子は、液晶分子の長軸方向と短軸方向とに異なる屈折率を有することは一般に知られている。このような屈折率の異方性を示す液晶分子にある偏光が入射すると、その偏光は液晶分子の角度に依存して偏光状態が変化する。ねじれネマティック液晶の液晶セルの分子配列は、液晶セルの厚み方向に液晶分子の配列がねじれた構造を有しているが、液晶セル中を透過する光は、このねじれた配列の液晶分子の個々の液晶分子の向きによって逐次偏光して伝搬する。従って、液晶セルに対し光が垂直に入射した場合と斜めに入射した場合とは、液晶セル中を伝搬する光の偏光状態は異なり、その結果、見る方向によって表示のパターンが全く見えなくなったりするという現象として現れ、実用上好ましくない。

【0013】また、光学異方素子の多くは、可視域における屈折率異方性が短波長側では大きく、長波長側では小さいという波長分散を有していた。このような光学異方素子をTN型液晶セルに装着した場合、視角による色味変化が大きいという欠点があった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、TN型液晶セルにおいて、正面コントラストを低下させずに、表示コントラスト及び表示色の視角特性が改善され、中間階調を視角によらず正確に表示できる液晶表示素子を提供するものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題は、以下の手段により達成された。

(1) 2枚の電極基板間にねじれ角がほぼ $90^\circ$ のTN型液晶を挟持してなる液晶セルと、その両側に配置された2枚の偏光素子と、該液晶セルと該偏光素子の間に少なくとも1枚の光学異方素子を配置した液晶表示素子において、該光学異方素子の屈折率異方性の波長分散が、該TN型液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さいことを特徴とする液晶表示素子。

(2) 該光学異方素子の屈折率異方性が可視域におい

て変化しない、または、短波長側で小さく長波長側で大きいことを特徴とする(1)記載の液晶表示素子。

(3) 該光学異方素子のうち少なくとも1枚はレターデーション値がゼロとなる方向が存在せず、レターデーション値の絶対値が最小となる方向がフィルム法線方向にも面方向にもないことを特徴とする(2)記載の液晶表示素子。

(4) 該光学異方素子が光学特性の異なる少なくとも2つの層から成り、少なくとも1つの層が光学的に負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向であり、他の少なくとも1つの層が光学的に負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向から $5^\circ \sim 85^\circ$ 傾斜していることを特徴とする(3)記載の液晶表示素子。

【0016】以下、図面を用いてTN型液晶表示素子を例にとり本発明の作用を説明する。図1、図2、図3は、液晶セルにしきい値電圧以上の電圧を印加した場合の液晶セル中を伝搬する光の偏光状態を示したものであり、電圧無印加時では明状態を示すものである。図2は、液晶セルに光が垂直に入射した場合の光の偏光状態を示した図である。自然光0が偏光軸1、1をもつ偏光板1に垂直に入射したとき、偏光板1を透過した光は、直線偏光1、3となる。

【0017】図中3、3は、TN型液晶セルに十分に電圧を印加した時の液晶分子の配列状態を、概略的に1つの液晶分子モデルで示したものである。液晶セル中の液晶分子3、3の分子長軸が光の進路1、4と平行な場合、入射面(光の進路に垂直な面内)での屈折率の差が生じないので、液晶セル中を伝搬する常光と異常光の位相差が生じず直線偏光1、3は液晶セルを透過すると直線偏光のまま伝搬する。偏光板2の偏光軸2、1を偏光板1の偏光軸1、1と垂直に設定すると、液晶セルを透過した光3、1は偏光板を透過することができず暗状態となる。

【0018】図3は、液晶セルに光が斜めに入射した場合の光の偏光状態を示した図である。入射光の自然光0が斜めに入射した場合、偏光板1を透過した偏光光1、3はほぼ直線偏光になる。(実際の場合、偏光板の特性により楕円偏光になる)。この場合、液晶の屈折率異方性により液晶セルの入射面において屈折率の差が生じ、液晶セルを透過する光3、1は楕円偏光して偏光板2を透過してしまう。このような斜方入射における光の透過は、コントラストの低下を招き好ましくない。

【0019】本発明は、このような斜方入射におけるコントラストの低下を防ぎ、視角特性を改善し、同時に、正面のコントラストを改善しようとするものである。図1に本発明による構成の一例を示した。偏光板2と液晶セル3との間に本発明の光学異方素子7が配置されている。この光学異方素子7は光学軸に対して光が入射する角度が大きくなる程大きく偏光する複屈折体と同様な働きをする。この様な構成の液晶表示素子に図3の場合と



同様に光が斜方入射し液晶セル3を透過した楕円偏光した光3. 1は、光学異方素子の積層体7を透過する時の位相遅延作用によって楕円偏光が元の直線偏光に変調され、種々の斜方入射においても同一な透過率が得られる視角依存性のない良好な液晶表示素子が実現できた。

【0020】本発明によって、液晶表示素子の視角特性を大幅に向上できたことについては以下のように推定している。TN-LCDの多くは、ノーマルホワイトモードが採用されている。このモードにおいて、視角を大きくすることに伴って、黒表示部からの光の透過率が著しく増大し、結果としてコントラストの急激な低下を招いていることになる。黒表示は電圧印加時の状態であるが、この時には、TN型液晶セルは、光学軸が、セルの表面に対する法線方向から若干傾いた正の一軸性光学異方体とみなすことができる。このわずかな光軸の傾斜によって真正面でも複屈折が生じるだけではなく、セルの上下方向すなわち主視角方向で視野角の著しい非対称性が生じ、上下どちらか一方または両方向の視野角が著しく損なわれることになる。

【0021】液晶セルの光学軸が液晶セルの表面に対する法線方向から傾いている場合、光学軸が法線方向にある光学異方体では、その補償が不十分であることが予想される。また、液晶セルが正の光学異方体と見なせるのであれば、それを補償するためには負の一軸性光学異方体でなければならない。このような理由から本発明における光学軸が法線方向から傾いた負の一軸性光学異方体によって視野角特性が改善される可能性がある。(図4)

【0022】しかし、TN型液晶セルの光学異方性を正の一軸性とみなすのはあくまでも近似であり、実際には液晶セルは単純な正の光学異方体ではなく、ねじれ配向しており、チルト角も変化している。したがって、光軸が傾斜した負の一軸性光学異方体で補償することはおのずと限界がある。本発明者らは、鋭意検討した結果、更に大幅な視野角改善をし、CRT代替の可能性を切り開くためには、レターデーション値がゼロとなる方向、すなわち、光軸が存在せず、レターデーション値の絶対値が最小となる方向がフィルム法線方向でも面方向でもない光学異方素子を用いることによって実現できることを突き止めた。また、その具体的方法として、負の一軸性を有すると共に光軸が傾斜した光学異方体と負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向にある光学異方体を重ねることにより、光軸が存在せずRe値の最小値がフィルム法線方向でも面方向でもない光学特性を実現できた。本発明により、TN型液晶セルの黒表示時の補償が完全にできたために、コントラストで見た視野角特性の大幅な改善を実現できた。

【0023】また、従来のTN型LCDにおいては、フルカラー表示などで起きる、視角によって中間階調特性が変化する問題点があった。これらは、起きている現象

によって、階調反転、白抜け、黒つぶれと呼ばれている。本発明により、視角による中間階調特性の変化を大幅に低減できた。

【0024】以上は、ある一定の波長の光に対する補償についての説明であったが、実際にはカラー表示などの場合のように、様々な波長の光について補償が行われなければならない。可視域の様々な波長の光について補償が十分に行われなければならない、液晶表示素子が視角によって色味変化を起こすことになる。

【0025】TN型液晶セルに用いられる液晶の屈折率異方性は、一般に短波長側で大きく、長波長側で小さいという波長分散を有している。TN型液晶セルに光学異方素子を装着した場合、光学異方素子の屈折率異方性の波長分散が、TN型液晶セルに用いられる液晶の屈折率異方性の波長分散と同じか大きいと、ある波長の光で補償されたとしても、違う波長の光に対しては補償されないという事態が生じる。これが視角によって色味が変化する原因である。

【0026】我々は、光学異方素子の屈折率異方性の波長分散を、TN型液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さくすることによって、可視域のあらゆる波長の光に対して補償が行われることを発見した。可視域のあらゆる波長の光に対して補償が行われることによって、視角による色味変化を大幅に低減できた。本発明においては、液晶の屈折率異方性の波長分散 $\alpha_{LC}$ を波長450nmと550nmの光でのレターデーションの比、 $Re(\lambda=450nm)/Re(\lambda=550nm)$ で定義する。同様に、光学異方素子の屈折率異方性の波長分散 $\alpha_{RF}$ を $Re(\lambda=450nm)/Re(\lambda=550nm)$ で定義する。本発明において、光学異方素子の屈折率異方性の波長分散がTN型液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さいということは、 $\alpha_{RF} < \alpha_{LC}$ であることを言う。

【0027】視角による色味変化を更に低減させるには、屈折率異方性の波長分散がないか、または、短波長側で小さく、長波長側で大きい波長分散を有した光学異方素子を用いることが有効である。すなわち、 $\alpha_{RF} \leq 1.0$ となる光学異方素子を用いる。これによって、光学異方素子を装着したTN型液晶表示素子の視角による色味変化をほとんどなくすることができた。

【0028】以上はノーマリーホワイトモードを例にとって説明したが、ノーマリーブラックモードにおいても同様である。ノーマリーブラックモードにおいて、黒表示は電圧無印加時である。この場合も、光軸が存在せず、レターデーション値の絶対値が最小となる方向がフィルム法線方向でも面方向でもない光学異方素子を用いることによって、コントラスト、中間階調、色味の視野角変化が大幅に低減できた。

【0029】本発明におけるレターデーションは、光学異方素子を光学特性が均一だと見なせる層まで分割し、

ある方向から見たときのそれぞれの層のレターデーションの絶対値を足し合わせたものである。本発明における光学異方素子は、あらゆる方向から見たときに、レターデーションの絶対値に最小値が存在し、その方向は、フィルム法線方向でもなく、面方向でもない。また、レターデーションの絶対値の最小値はゼロではない。本発明においては、そのような光学異方素子を少なくとも1枚用いる。

【0030】本発明における、光軸が存在せず、レターデーション値の絶対値が最小となる方向がフィルム法線方向でも面方向でもない光学異方素子を実現する具体的方法として、負の一軸性を有すると共に光軸が傾斜した光学異方体と負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向にある光学異方体を重ねる方法が好ましい。

【0031】本発明における負の一軸性とは、光学異方体の3軸方向屈折率を、その値が小さい順に $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ としたとき、 $n_1 < n_2 = n_3$ の関係を有するものである。従って光学軸方向の屈折率が最も小さいという特性を有するものである。ただし、 $n_2$ と $n_3$ の値は厳密に等しい必要はなく、ほぼ等しければ十分である。具体的には、

$$|n_2 - n_3| / |n_2 - n_1| \leq 0.2$$

であれば実用上問題はない。

【0032】本発明における負の一軸性を有すると共に光軸が傾斜した光学異方体の光軸の傾斜角は、視野角特性を大幅に改良する条件として、シート面の法線方向から $5^\circ \sim 85^\circ$ 傾いていることが好ましく、 $10^\circ \sim 40^\circ$ がより好ましく、 $20^\circ \sim 35^\circ$ が最も好ましい。さらに、シートの厚さを $D$ とし、 $\Delta n = n_2 - n_1$ と定義した時、

$$50 \leq \Delta n \cdot D \leq 400 \quad (\text{nm})$$

の条件を満足することが好ましい。

【0033】負の一軸性を有すると共に光軸が傾斜した光学異方体を使用される素材は特に制限はないが、各種高分子素材、液晶、または、それらのブレンド物などが好適に利用される。これらの中では、液晶、特に、ディスコティック液晶を用いることが好ましい。ここでいうディスコティック液晶は、熱、光等で反応する基を有しており、結果的に反応により重合または架橋し、高分子量化し液晶性を失ったものも含まれるものとする。

【0034】本発明における負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向にある光学異方体については、面内の主屈折率を $n_x$ 、 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を $n_z$ 、厚さを

$d$ とした時、

$$0 \leq |n_x - n_y| \times d \leq 50 \quad (\text{nm})$$

より好ましくは、

$$0 \leq |n_x - n_y| \times d \leq 20 \quad (\text{nm})$$

であり、かつ、下記条件を満たすことによって、視野角拡大に著しい効果をもたらす。即ち好ましくは、

$$20 \leq |(n_x + n_y) / 2 - n_z| \times d \leq 300 \quad (\text{nm})$$

であり、更に好ましくは

$$30 \leq |(n_x + n_y) / 2 - n_z| \times d \leq 150 \quad (\text{nm})$$

である。

【0035】負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向にある光学異方体を使用される素材は、特に限定はないが、各種高分子素材、液晶、または、それらのブレンド物などが好適に利用される。これらの中では、高分子素材から成るフィルムが好ましい。このような高分子フィルムは、光透過率が80%以上であり、上記のように、正面での光学特性が等方性に近いことが好ましい。従って、ゼオネックス（日本ゼオン）、ARTON（日本合成ゴム）、フジタック（富士写真フィルム）などの商品名で売られている固有複屈折率が小さい素材が好ましい。しかし、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホンなどの固有複屈折率が大きい素材であっても製膜時に分子配向を制御することによって光学的に等方性にすることも可能であり、それらも好適に利用できる。

【0036】本発明における、光軸が存在せず、レターデーション値の絶対値が最小となる方向がフィルム法線方向でも面方向でもない光学異方素子は、負の一軸性を有すると共に光軸が傾斜した光学異方体と負の一軸性を有すると共に光軸がフィルム法線方向にある光学異方体を重ねることによって実現できる。より具体的には、光軸がフィルム法線方向である負の一軸性フィルムに配向膜を塗布し、ラビング処理し、その上にディスコティック液晶を連続的に薄く塗布することによって実現できる。液晶セルにこのような光学異方素子を装着する場合、ディスコティック液晶層を液晶セル寄りに配置する場合と、一軸性フィルムを液晶セル寄りに配置する場合があるが、本発明においては、どちらに配置しても構わない。しかし、補償能を最大限に発揮するには、ディスコティック液晶層を液晶セル寄りに配置する方が好ましい。

【0037】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

実施例1

ゼラチン薄膜（ $0.1 \mu\text{m}$ ）を塗設したトリアセチルセルロースの $100 \mu\text{m}$ 厚フィルム（富士写真フィルム（株）製）上に長鎖アルキル変性ポバール（クラレ（株）製MP-203）を塗布し、温風にて乾燥させた後、ラビング処理を行い配向膜を形成した。面内の主屈折率を $n_x$ 、 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を $n_z$ 、厚さを $d$ とした時、トリアセチルセルロースフィルムは、 $|n_x - n_y| \times d = 3 \text{ nm}$ 、 $|(n_x + n_y) / 2 - n_z| \times d = 70 \text{ nm}$ であり、ほぼ負の一軸性であり、光軸がほぼフ

イルム法線方向にあった。

【0038】この配向膜上にディスコティック液晶を塗布し、その後、UV光を照射し、架橋した。ディスコティック液晶層の厚みは、およそ $1.0\mu\text{m}$ であった。このディスコティック液晶層は、主屈折率の小さい順に $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ としたとき、 $n_1 < n_2 = n_3$ の関係を有しており、負の一軸性であった。また、光軸はフィルム法線方向から $35^\circ$ 傾斜していた。ディスコティック液晶層の厚みをDとしたとき、 $(n_2 - n_1) \cdot D = 120\text{nm}$ であった。

【0039】このようにして得られた光学異方素子は、フィルム法線方向から $37^\circ$ 傾斜した方向での $\Delta n \cdot D$ の絶対値が最小となり、最小値は $17\text{nm}$ であった。

【0040】液晶の異常光と常光の屈折率の差と液晶セルのギャップサイズの積が $470\text{nm}$ で、ねじれ角が $90^\circ$ のTN型液晶セルに、上記光学異方素子2枚を、液晶表示素子を挟むようにして装着した。その外側に全体を挟むようにして偏光板2枚を直交して配置した。

【0041】ここで用いたTN型液晶セル中の液晶の屈折率異方性の波長分散と、光学異方素子の波長分散を図5に示す。 $\alpha_{LC} = 1.06$ 、 $\alpha_{RF} = 1.00$ であった。 $\alpha_{LC} > \alpha_{RF}$ であり、光学異方素子の波長分散の方がTN型液晶セル中の液晶の波長分散よりも小さい。

【0042】この液晶セルに対して、 $55\text{Hz}$ 矩形波で $1\text{V}$ の電圧を印加し、白表示とした。バックライトとして冷陰極管を用い、全方位から色味変化をTOPCON b<sub>m</sub>-7にて行った。その結果をx対yを表す1931CIE色度図によって図6に示す。色味変化が左右で対称であったので、図6では右半分のみを示す。また、正面からの傾斜の方向は、上、右上、右、右下、下の5方向で、傾斜角は正面から $5^\circ$ 刻みで $60^\circ$ までのデータを示す。

#### 【0043】実施例2

実施例1と同じTN型液晶セルに、図5に示したような波長分散を持つ光学異方素子を2枚液晶を挟むようにして装着した。 $\alpha_{RF} = 0.58$ であり、 $\alpha_{LC} > \alpha_{RF}$ であった。その外側に偏光板2枚を直交して配置した。この場合も実施例1と同様な全方位での色味変化測定を行った。その結果を図7に示す。

#### 【0044】比較例1

実施例1と同じTN型液晶セルに、図5に示したような波長分散を持つ光学異方素子を2枚液晶を挟むようにし

て装着した。 $\alpha_{RF} = 1.07$ であり、 $\alpha_{LC} < \alpha_{RF}$ であった。その外側に偏光板2枚を直交して配置した。この場合も実施例1と同様な全方位での色味変化測定を行った。その結果を図8に示す。

【0045】本発明である実施例1～2は、比較例1に比べて、視角による色味変化が改善されていることがわかる。

#### 【0046】

【発明の効果】本発明によれば、TN型液晶表示素子やTFT型液晶表示素子、MIM型液晶表示素子、TFD型液晶表示素子の視角特性が改善され、視認性にすぐれる高品位表示の液晶表示素子を提供することができる。また、本発明をその他の3端子素子、2端子素子を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子に応用しても優れた効果が得られることは言うまでもない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示素子の構成の1実施例を説明する図

【図2】従来のTN型液晶表示素子の構成図と表示面に垂直に光が入射する場合の光の透過状態を説明する図

【図3】従来のTN型液晶表示素子の構成図と表示面に斜めに光が入射する場合の光の透過状態を説明する図

【図4】光学軸が法線方向から傾いた負の一軸性光学異方体によって視角特性が改善される原理を示した模式図

【図5】実施例1、2、比較例1、TN液晶の屈折率異方性の波長分散を説明する図である。

【図6】実施例1の視角による色味変化を説明する図である。

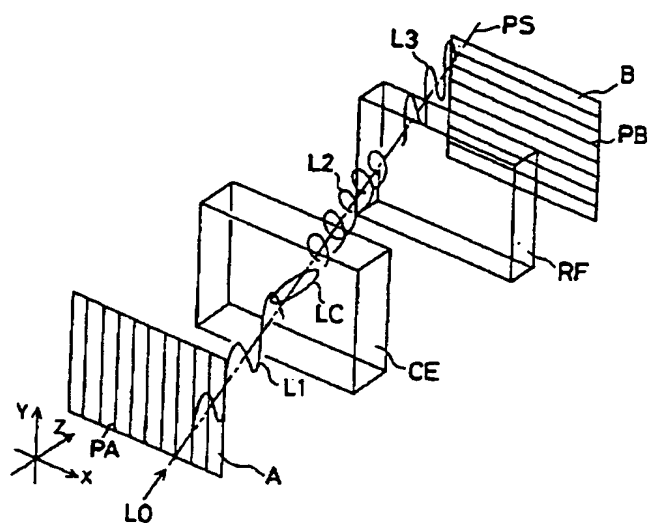
【図7】実施例2の視角による色味変化を説明する図である。

【図8】比較例1の視角による色味変化を説明する図である。

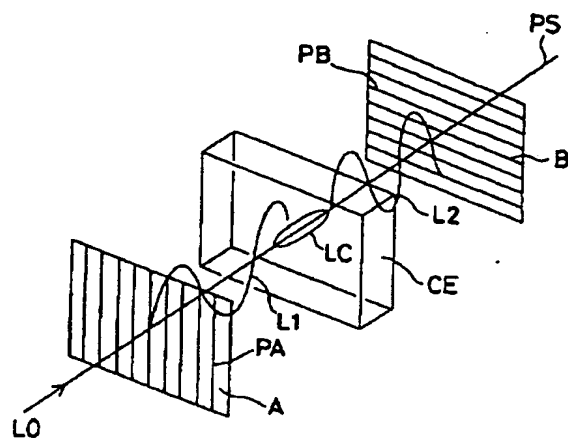
#### 【符号の説明】

- 0 ————— 入射光
- 1、2 ————— 偏光板
- 1. 1、2. 1 ——— 偏光軸
- 1. 3 ————— 偏光子から出た光
- 1. 4 ————— 光の進む方向
- 3 ————— TN型液晶セル
- 3. 1 ————— TN型液晶セルから出た光
- 3. 3 ————— 液晶分子
- 7 ————— 光学異方素子

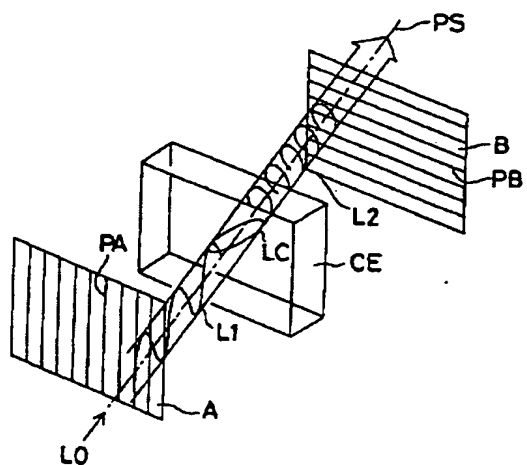
【図 1】



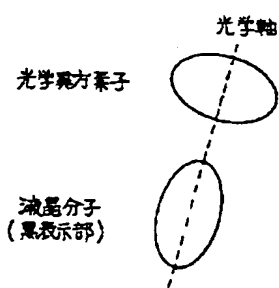
【図 2】



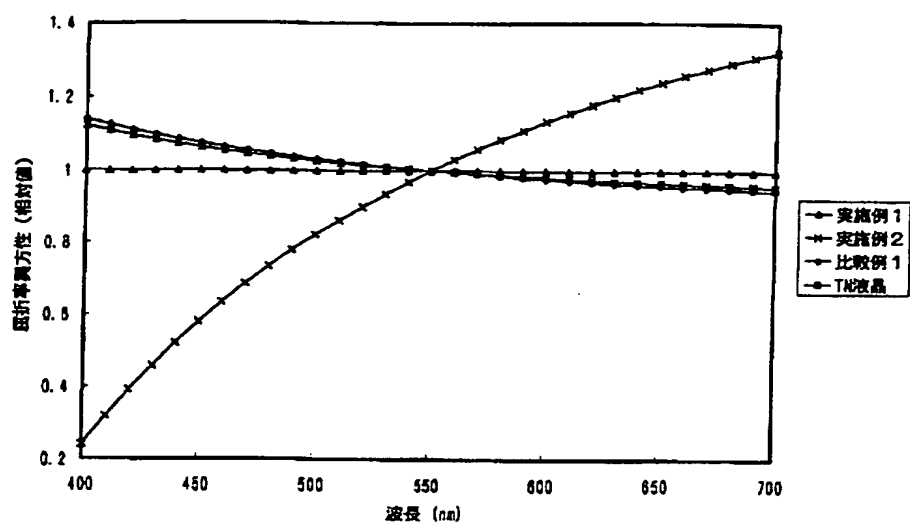
【図 3】



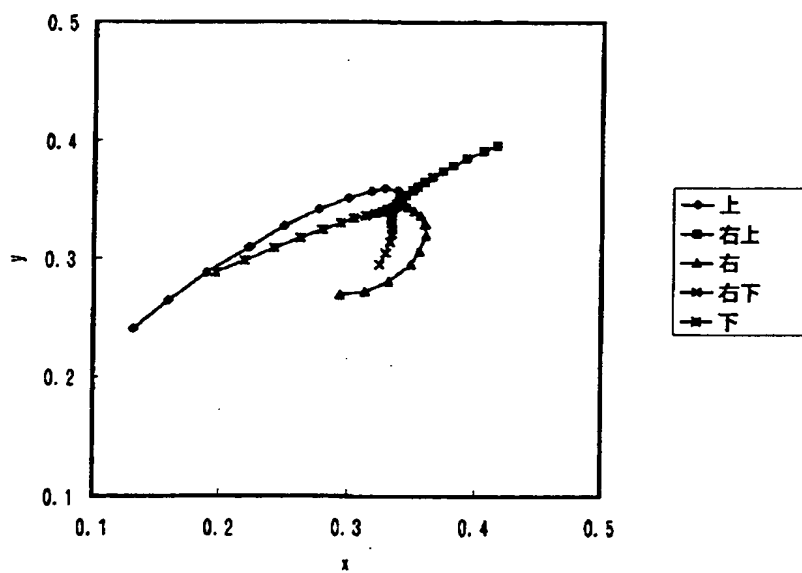
【図 4】



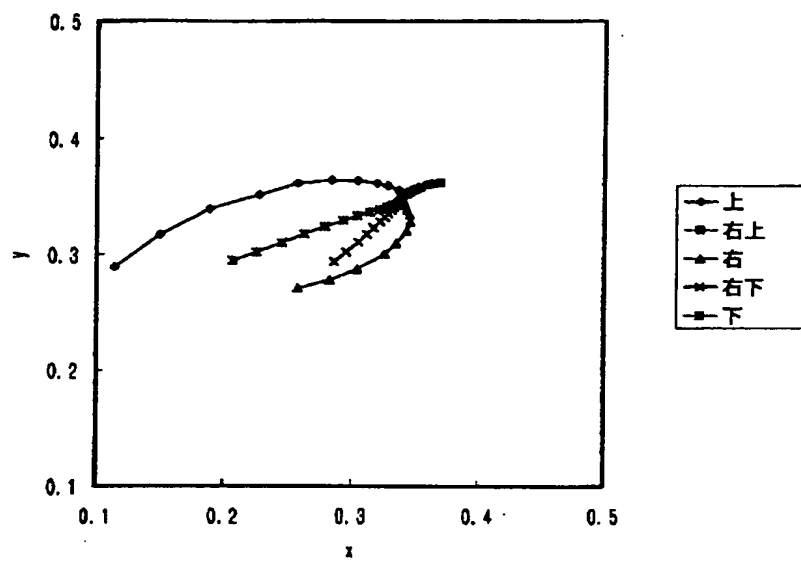
【図 5】



【図 6】



【图 7】



【图 8】

